

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-299764

(43)Date of publication of application : 11.10.2002

(51)Int.Cl.

H01S 5/22  
H01S 5/223

(21)Application number : 2001-095759

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND  
CO LTD

(22)Date of filing : 29.03.2001

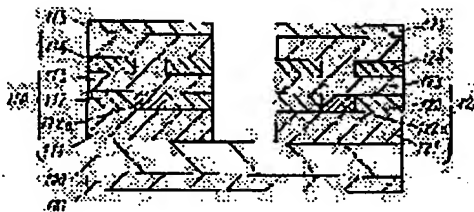
(72)Inventor : ONISHI SHUNICHI

(54) SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the waveguide loss of a semiconductor laser device for emitting a laser beam which has two different types of wavelengths.

SOLUTION: A first semiconductor laser structure 110 consists of an n-type clad layer 111, an active layer 112, a p-type clad layer 113 and an n-type current blocking layer 114. A second semiconductor laser structure 120 consists of an n-type clad layer 121, an active layer 122, a p-type clad 123 and an n-type current blocking layer 124. The n-type current blocking layers 114 and 124 consist of an identical material which is transparent with respect to respective oscillation wavelengths, that is n-type Al<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-299764

(P2002-299764A)

(43) 公開日 平成14年10月11日 (2002. 10. 11)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>H 0 1 S 5/22  
5/223

識別記号

6 1 0

F I

H 0 1 S 5/22  
5/223

テームコード\* (参考)

6 1 0 5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-95759 (P2001-95759)

(22) 出願日 平成13年3月29日 (2001. 3. 29)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 大西 俊一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

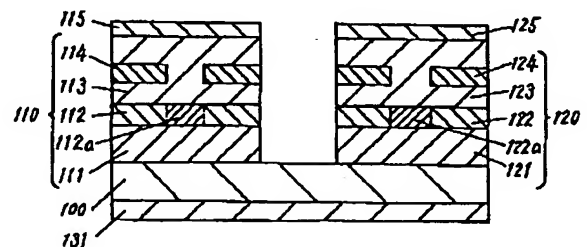
Fターム (参考) 5F073 BA04 CA14 CB02 DA05 DA22  
EA05 EA23

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 相異なる2種類の波長のレーザ光を放射する半導体レーザ装置の導波路損失を低減させる。

【解決手段】 第1の半導体レーザ構造110は、n型クラッド層111、活性層112、p型クラッド層113、n型電流ブロック層114により構成されている。また、第2の半導体レーザ構造120は、n型クラッド層121、活性層122、p型クラッド層123、n型電流ブロック層124により構成されている。n型電流ブロック層114と、n型電流ブロック層124とが、共に各々の発振波長に対して透明な同一材料系すなわちn型Al<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pから構成されている。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、前記基板上に形成された第1の波長の光を放射する第1のレーザ構造と、前記基板上に形成された前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を有する第2のレーザ構造とを有し、前記第1および前記第2のレーザ構造はそれぞれ活性層の上に電流ブロック層を有し、前記第1のレーザ構造が有する電流ブロック層と前記第2のレーザ構造が有する電流ブロック層とは同一の材料よりなり、かつこれら電流ブロック層のバンドギャップエネルギーは前記第1の波長の光が有するエネルギーと前記第2の波長の光が有するエネルギーと比べて大きいことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項2】 前記第1のレーザ構造の活性層は  $Al_xGa_{1-x}As$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) の多層構造よりなり、前記第2のレーザ構造の活性層は  $(Al_{y1}Ga_{1-y1})_{1-z1}In_{z1}P$  ( $0 \leq y1 \leq 1$ ,  $0 \leq z1 \leq 1$ ) の多層構造よりなり、前記第1のレーザ構造が有する電流ブロック層と前記第2のレーザ構造が有する電流ブロック層とはともに  $(Al_{y2}Ga_{1-y2})_{1-z2}In_{z2}P$  ( $0 \leq y2 \leq 1$ ,  $0 \leq z2 \leq 1$ ) よりなることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ装置。

【請求項3】 前記第1のレーザ構造が有する電流ブロック層と前記第2のレーザ構造が有する電流ブロック層とはともにほぼ同一の厚さを有することを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ装置。

【請求項4】 請求項1記載の半導体レーザ装置を製造する方法であって、前記第1のレーザ構造が有する活性層および前記第2のレーザ構造が有する活性層の上に前記半導体層を同時に形成する工程と、前記活性層のそれぞれに対応してストライプ窓を前記半導体層に設けて電流ブロック層とする工程とを有することを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項5】 前記第1のレーザ構造が有する活性層が  $Al_xGa_{1-x}As$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) の単層膜または多層膜で構成され、前記第2のレーザ構造が有する活性層が  $(Al_{y1}Ga_{1-y1})_{1-z1}In_{z1}P$  ( $0 \leq y1 \leq 1$ ,  $0 \leq z1 \leq 1$ ) の単層膜または多層膜で構成され、かつ前記半導体層は  $(Al_{y2}Ga_{1-y2})_{1-z2}In_{z2}P$  ( $0 \leq y2 \leq 1$ ,  $0 \leq z2 \leq 1$ ) よりなることを特徴とする請求項4記載の半導体レーザ装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光ピックアップ装置等に用いられる半導体レーザ装置およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 高密度記録可能なデジタルビデオディスク (DVD) 装置は、オーディオビデオ (AV) 分野やパーソナルコンピュータ (PC) 分野で急速に普及しつつある。特に記録型DVDは、録再用DVD (DVD-

RAM)、追記型DVD (DVD-R) 等の大容量記録メディア、あるいはポストビデオテープレコーダ (VTR) としてのDVDレコーダ等のアプリケーションが大いに期待されている。記録型DVDの光源に用いられている650nm帯AlGaInP系赤色レーザには、50mWクラスの高出力動作、および環境温度60℃で長時間の安定動作が要求されている。このような高温、高出力での動作、ならびに半導体レーザ装置の高機能化を実現するためには、しきい値キャリア密度の低減による温度特性の向上、ならびに動作電流密度の低減による光出力飽和の抑制が不可欠である。このため、例えば、特願平11-55021号公報に開示されているように、従来のGaAs電流ブロック層から構成される複素屈折率導波構造に代わって、レーザの発光エネルギーに対してバンドギャップエネルギーの大きなAlGaInP材料を電流ブロック層に用いた実屈折率導波構造 (電流狭窄構造も兼ねている) が採用されている。

【0003】 一方で光ディスク装置としては、従来からのコンパクトディスク (CD) または追記型CD (CD-R) 装置が普及しており、DVD装置は、CDまたはCD-Rディスクも再生できる互換性を有することが望まれている。ところが、CD-Rディスクにおいては反射率の波長依存性が大きいため、DVD用の650nm帯赤色レーザではCD-Rディスクを再生することができない。従って、DVD装置の光源としてはDVD用の650nm帯赤色レーザとともに、CD-R用の780nm帯赤外レーザが必要である。

【0004】 そこで、特開2000-11417号公報に開示されているように、1つの基板上に2つの半導体レーザが並列に形成されたモノリシック型半導体レーザ装置等によって、光ピックアップ部の光学系処理部を1つとする提案がなされている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記従来のモノリシック型の半導体レーザ装置においては、電流ブロック層にGaAs材料を用いた複素屈折率導波構造 (電流狭窄構造も兼ねている) となっている。したがって、導波路損失により、しきい値電流密度が増大することとなり、記録型DVDに必要な高温、高出力での動作をはじめ、半導体レーザ装置の高機能化を実現することが困難であった。

【0006】 また、この従来のモノリシック型の半導体レーザ装置について、電流ブロック層にGaAsの代わりにレーザ光のエネルギーよりも大きなバンドギャップエネルギーを有する材料を用いた場合に、従来知られている赤外レーザ構造および赤色レーザ構造はそれぞれ異なった材料系で構成されるので、それぞれのレーザ構造についてそれぞれの電流ブロック層をエッチングするのに異なったエッチング液を用いなければならず、モノリシック型の半導体レーザ装置を形成するのに少なくとも

(3)

2回のエッチング工程にて電流狭窄構造を形成しなければならなかった。そのため、エッチング工程が増えることによって半導体レーザ装置の歩留まりが低下するという問題を生じていた。

【0007】上記課題に鑑み、本発明は相異なる2種類の波長のレーザ光を放射する半導体レーザ装置およびその製造方法において、半導体レーザ装置の導波路損失を低減させること、および結晶成長回数を少なくすることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明の半導体レーザ装置は、基板と、前記基板上に形成された第1の波長の光を放射する第1のレーザ構造と、前記基板上に形成された前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を有する第2のレーザ構造とを有し、前記第1および前記第2のレーザ構造はそれぞれ活性層の上に電流ブロック層を有し、前記第1のレーザ構造が有する電流ブロック層と前記第2のレーザ構造が有する電流ブロック層とは同一の材料よりなり、かつこれら電流ブロック層のバンドギャップエネルギーは前記第1の波長の光が有するエネルギーと前記第2の波長の光が有するエネルギーと比べて大きいものである。

【0009】この構成により、電流ブロック層においてレーザ光の損失がほとんどないので、第1のレーザ構造および第2のレーザ構造について導波路損失を小さく抑えることができるとともに、第1および前記第2のレーザ構造の電流ブロック層が同一の材料よりなるので、電流ブロック層を形成する工程を少なくすることができる。

【0010】本発明の半導体レーザ装置は、さらに第1のレーザ構造の活性層は $Al_xGa_{1-x}As$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) の多層構造よりなり、第2のレーザ構造の活性層は $(Al_{y1}Ga_{1-y1})_{1-z1}In_{z1}P$  ( $0 \leq y1 \leq 1$ ,  $0 \leq z1 \leq 1$ ) の多層構造よりなり、前記第1のレーザ構造が有する電流ブロック層と前記第2のレーザ構造が有する電流ブロック層とはともに $(Al_{y2}Ga_{1-y2})_{1-z2}In_{z2}P$  ( $0 \leq y2 \leq 1$ ,  $0 \leq z2 \leq 1$ ) よりなることが好ましい。この構成により、第1および前記第2のレーザ構造の電流ブロック層の格子定数を第1および前記第2のレーザ構造に合わせることができる。

【0011】本発明の半導体レーザ装置は、さらに第1のレーザ構造が有する電流ブロック層と第2のレーザ構造が有する電流ブロック層とはともにほぼ同一の厚さを有することが好ましい。この構成により、電流狭窄構造を容易に形成することができる。

【0012】本発明の半導体レーザ装置の製造方法は、請求項1記載の半導体レーザ装置を製造する方法であって、前記第1のレーザ構造が有する活性層および前記第2のレーザ構造が有する活性層の上に前記半導体層を同時に形成する工程と、前記活性層のそれぞれに対応して

ストライプ窓を前記半導体層に設けて電流ブロック層とする工程とを有するものである。

【0013】この構成により、同一の材料よりなる半導体層を形成することで、一種類のエッチング液により同時にエッチングを行って複数のレーザ構造の電流ブロック層を同時に形成することが可能である。

【0014】本発明の半導体レーザ装置の製造方法は、さらに第1の活性層が $Al_xGa_{1-x}As$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) の単層膜または多層膜で構成され、第2の活性層が $(Al_{y1}Ga_{1-y1})_{1-z1}In_{z1}P$  ( $0 \leq y1 \leq 1$ ,  $0 \leq z1 \leq 1$ ) の単層膜または多層膜で構成され、かつ半導体層は $(Al_{y2}Ga_{1-y2})_{1-z2}In_{z2}P$  ( $0 \leq y2 \leq 1$ ,  $0 \leq z2 \leq 1$ ) よりなることが好ましい。この構成により、第1および第2の活性層に格子整合した半導体層を形成することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0016】本発明の半導体レーザ装置は図1の断面図に示されるように、n型GaAs基板100上に、第1の発振波長を有する第1の半導体レーザ構造110と、前記第1の発振波長とは異なる第2の発振波長を有する第2の半導体レーザ構造120とが並列に配置されたものである。

【0017】第1の半導体レーザ構造110は、n型クラッド層111、活性層112、p型クラッド層113、n型電流ブロック層114により構成されている。p型クラッド層113の上面には、例えばCr、Pt、Auの合金からなる第1のp側電極115が形成されている。

【0018】第2の半導体レーザ構造120は、n型クラッド層121、活性層122、p型クラッド層123、n型電流ブロック層124により構成されている。p型クラッド層123の上面には、例えばCr、Pt、Auの合金からなる第2のp側電極125が形成されている。

【0019】n型半導体基板100の、各p側電極115、125と反対側の面には、例えばAu、Ge、Niの合金からなり、n型GaAs基板100とオーミック接触する金属からなるn側電極131が形成されている。なお、第1および第2の半導体レーザ構造について、p型ドーパントとしてはMgを、n型ドーパントとしてはSiを用いた。

【0020】なお、これら第1の半導体レーザ構造110および第2の半導体レーザ構造120を構成する各層の組成および膜厚は、下表1のようになっている。なお、n型電流ブロック層114と活性層112との間の距離、およびn型電流ブロック層124と活性層122との間の距離は、ともに0.2  $\mu m$ である。

【0021】

(4)

【表1】

| 第1のレーザ構造 |   |                      |
|----------|---|----------------------|
| 符号       | 組成  | 膜厚 ( $\mu\text{m}$ ) |
| 111      | $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ | 1.5                  |
| 112      | GaAs/AlGaAs超格子  | 0.1                  |
| 113      | $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ | 1.5                  |
| 114      | $\text{Al}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$                        | 0.3                  |
| 第2のレーザ構造 |   |                      |
| 符号       | 組成  | 膜厚 ( $\mu\text{m}$ ) |
| 121      | $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ | 1.5                  |
| 122      | GaInP/AlGaInP超格子  | 0.1                  |
| 123      | $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ | 1.5                  |
| 124      | $\text{Al}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$                        | 0.3                  |

【0022】本発明の半導体レーザ装置の特徴として、第1の半導体レーザ構造110におけるn型電流ブロック層114と、第2の半導体レーザ構造120におけるn型電流ブロック層124とが、共に各々のレーザ構造が放射する光のエネルギーと比べて大きくかつ同一の材料すなわちn型 $\text{Al}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ から構成されている。

【0023】この構成により、電流ブロック層114、124のバンドギャップエネルギーが各々のレーザ構造が放射する光のエネルギーと比べて大きいので、電流ブロック層114、124でのレーザ光の損失をほとんどなくすることができ、第1のレーザ構造110および第2のレーザ構造120について導波路損失を小さく抑えることができるとともに、電流ブロック層114、124が同一の材料により構成されているので、電流ブロック層114、124を1回のエッチング工程にて同時にエッチングすることができる。それにより、半導体レーザ装置の歩留まりを向上させることができる。

【0024】とりわけ、電流ブロック層114、124がn型 $\text{Al}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ から構成されており、n型GaAs基板100、第1のレーザ構造110および第2のレーザ構造120とほぼ格子整合するので、結晶性の良好な電流ブロック層114、124が得られ、半導体レーザ装置のしきい値電流密度やしきい値電圧を低減させることができる。

【0025】以下、上記本発明の半導体レーザ装置の動作を説明する。

【0026】第1のp側電極115から電流を注入すると、注入された電流はp型クラッド層113における電流ブロック層114により狭窄され、ストライプ領域112aにおいて発振波長が780nmであるレーザ光が放射される。

【0027】第2のp側電極125から電流を注入すると、注入された電流はp型クラッド層123における電流ブロック層124により狭窄され、ストライプ領域122aにおいて発振波長が650nmであるレーザ光が放射される。

【0028】この本発明の半導体レーザ装置と、電流ブ

ロック層114、124としてn型 $\text{Al}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ の代わりにn型GaAsを用いた従来の半導体レーザ装置とを比較すると、本発明の半導体レーザ装置に係る第1の半導体レーザ構造110および第2の半導体レーザ構造120とも従来の半導体レーザ装置に係る赤外半導体レーザ構造および赤色半導体レーザ構造と比べてしきい値電流密度の値が大幅に低減した。これはn型電流ブロック層114、124によるレーザ光の損失がないので、導波路損失は小さく抑えられることが原因であると考えられる。また、このことにより、電流ブロック層114、124としてn型 $\text{Al}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ を用いることで相異なる2種類の波長のレーザ光を放射できる半導体レーザ装置を実現することができることがわかった。

【0029】なお、上記実施形態においては、n型電流ブロック層114の層厚と、n型電流ブロック層124の層厚とがほぼ同一であることが好ましい。このようにすることにより、第1の半導体レーザ構造110および第2の半導体レーザ構造120に関する電流狭窄構造および埋め込み構造の形成を容易に行うことができる。

【0030】上記本発明の半導体レーザ装置に関し、その製造方法について図2～図4に示す断面図を用いて説明する。

【0031】まず、図2(a)に示すように、n型半導体基板100の上に、例えば有機金属気相エピタキシャル成長(MOCVD)法または分子線エピタキシャル成長(MBE)法を用いて、n型クラッド層111、活性層112、p型クラッド層113およびn型電流ブロック層114を順次結晶成長させて、第1の積層構造140を形成する。

【0032】次に、図2(b)に示すように、フォトリソグラフィ法およびエッチング法を用いて、第1の積層構造140の所定領域を、基板100が露出するまで除去する。

【0033】次に、図2(c)に示すように、例えばMOCVD法またはMBE法により、n型クラッド層121、活性層122、p型クラッド層123およびn型電流ブロック層124を順次結晶成長させて、第2の積層

(5)

構造150を形成する。

【0034】次に、図3(d)に示すように、第1の積層構造140の上側部分に形成された第2の積層構造150を除去する。このとき、第2の積層構造150と第1の積層構造140との境界における所定の幅の領域も除去される。

【0035】次に、図3(e)に示すように、フォトリソグラフィ法およびエッチング法を用いて、n型電流ブロック層114、124に、導波路方向(共振器の長手方向)に延びるストライプ状の溝部を、p型クラッド層113、123が露出するように同時に形成する。この場合、n型電流ブロック層114、124が同一の材料系で構成されているため、一種類のエッチング液により、同時にエッチングを行うことが可能である。

【0036】なお、電流ブロック層114、124の膜厚はあらかじめ、ほぼ同じ厚みに設計し、各積層構造140、150でほぼ同じ時間でエッチングが終了するようにしておくことが好ましい。その理由としては、p型クラッド層113、123が徐々にエッチングされるので、電流ブロック層114と電流ブロック層124とのエッチング時間が大幅に異なると、p型クラッド層113またはp型クラッド層123のどちらかが削れるという問題が生じるためである。

【0037】次に、図3(f)に示すように、MOCVD法またはMBE法により、p型クラッド層113、123および一対の電流ブロック層114、124の上に、p型埋め込みクラッド層160(組成： $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ )を形成する。

【0038】続いて、図4(g)に示すように、p型クラッド層113、123上および一対の電流ブロック層114、124上以外の領域におけるp型埋め込みクラッド層160を除去する。

【0039】次に、図4(h)に示すように、電子線蒸着法などを用いて、p型クラッド層113上に第1のp側電極115を、p型クラッド層123上に第2のp側電極125を形成する。また、電子線蒸着法などを用いて、基板100の、p側電極115、125とは反対側の面にn側電極131を形成し、本発明の半導体レーザ装置を作成する。

【0040】この工程によれば、電流ブロック層114、124を同時に1回のエッチング工程にてエッチングすることができるので、エッチング工程回数の減少によって半導体レーザ装置の製造歩留まりを向上させることができる。

【0041】本発明の半導体レーザ装置の製造歩留まりと、電流ブロック層114および電流ブロック層124の材料が互いに異なる従来の半導体レーザ装置の製造歩留まりとを比較すると、本発明の半導体レーザ装置の製造歩留まりは従来の半導体レーザ装置の製造歩留まりと比べて大幅に向上することがわかった。

【0042】なお、上記実施の形態において、n型電流ブロック層114、124の組成はn型 $\text{Al}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ としたが、この組成に限らず、n型 $(\text{Al}_{1-y_2}\text{Ga}_{1-y_2})_{1-x_2}\text{In}_{x_2}\text{P}$  ( $0 \leq y_2 \leq 1$ ,  $0 \leq x_2 \leq 1$ )を用い、波長650nmの光に対して透明であるように $y_2$ 、 $x_2$ を選んでよい。

【0043】また、n型電流ブロック層114、124として波長650nmの光に対して透明である材料、例えばSiN等を用いてもよい。

【0044】なお、第1のレーザ構造と第2のレーザ構造との組み合わせは、上記実施の形態において説明した波長780nmの赤外レーザ構造と波長650nmの赤色レーザ構造に限らず、例えばn型GaAs基板100の上に形成された、波長650nmの赤色レーザ構造と、GaN系材料の多層構造より構成される波長420nmの青紫色レーザ構造との組み合わせ、n型GaAs基板100の上に形成された、波長780nmの赤外レーザ構造と、ZnSe系材料の多層構造より構成される波長510nmの青緑色レーザ構造との組み合わせでもよい。また、基板としてはn型GaAs基板100以外に、InP基板、Si基板、サファイア基板、SiC基板等を用いてもよい。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように本発明の半導体レーザ装置によれば、複数のレーザ構造の導波路損失が抑制され、しきい値電流密度が低減された2波長の半導体レーザ装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る半導体レーザ装置の断面図

【図2】本発明の実施形態に係る半導体レーザ装置の製造方法を示す工程断面図

【図3】本発明の実施形態に係る半導体レーザ装置の製造方法を示す工程断面図

【図4】本発明の実施形態に係る半導体レーザ装置の製造方法を示す工程断面図

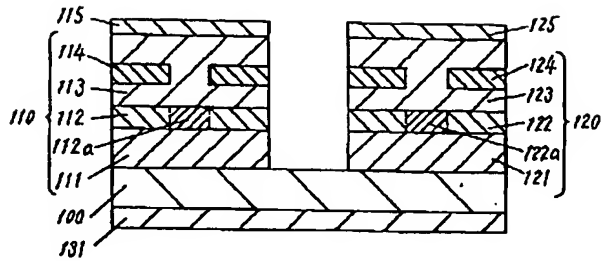
【符号の説明】

- 100 n型GaAs基板
- 110 第1の半導体レーザ構造
- 111 n型クラッド層
- 112 活性層
- 112a 活性層のストライプ領域
- 113 p型クラッド層
- 114 n型電流ブロック層
- 115 第1のp側電極
- 120 第2の半導体レーザ構造
- 121 n型クラッド層
- 122 活性層
- 122a 活性層のストライプ領域
- 123 p型クラッド層

(6)

9  
124 n型電流ブロック層  
125 第2のp側電極  
131 n側電極

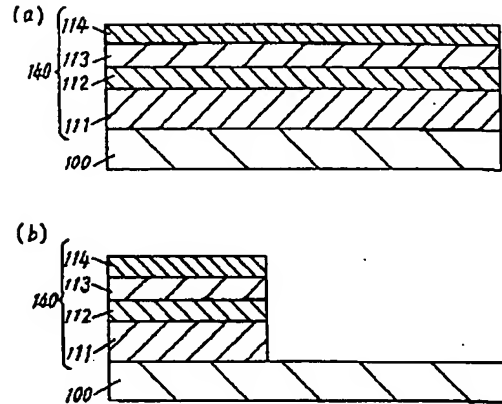
【図1】



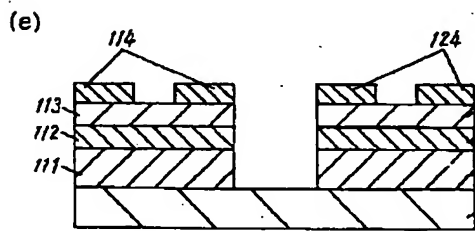
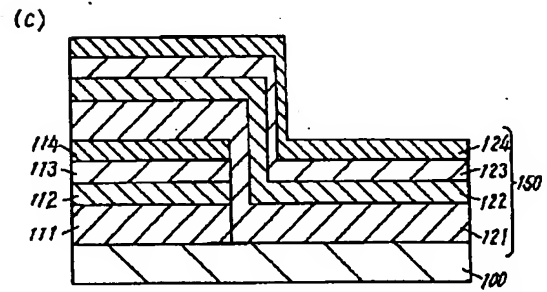
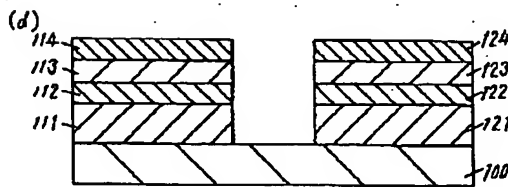
10

140 第1の積層構造  
150 第2の積層構造  
160 p型埋め込みクラッド層

【図2】



【図3】



【図4】

